

一种获取人脸图像的方法及人脸识别方法与系统

技术领域

本发明涉及计算机图像识别与处理技术领域，特别是指一种在人脸识别过程中利用主动光源进行人脸照明的人脸图像生成、人脸识别方法及其系统。

背景技术

人脸识别是基于计算机、图象处理、模式识别等技术的一种生物特征识别技术。近年来，特别是美国遭到 9.11 恐怖袭击事件后，世界各国都把安全放到首位，因此，人脸识别技术的得到比以前更多的关注。

生物识别技术主要是依靠人体的身体特征来进行身份验证的一种高科技识别技术。人的指纹、掌纹、眼虹膜、脱氧核糖核酸（DNA）以及人脸相貌等人体特征具有人体所固有的不可复制的唯一性、稳定性，无法复制，失窃或被遗忘。由于每个人的这些特征都不相同，因此利用人体的这些独特的生理特征可以准确地识别每个人的身份。已有的人体生物识别方法包括人脸识别、指纹识别、声音识别、掌形识别、签名识别、眼虹膜、视网膜识别等。

人脸识别与其他识别技术相比较，具有自然、简便、易用、用户接受性良好、非接触、非侵扰等众多优点。面部识别无需干扰人们的正常行为就可以实现识别的目的，无需为人们是否愿意将手放在指纹采集设备上，或对着麦克风讲话，或是将他们的眼睛对准激光扫描装置而进行争辩。只要从一架摄像机前走过，就可以被快速地识别。因此，人脸识别技术可广泛地应用于安全验证、监控、出入口控制、电脑登录、互联网登录及身份认证、电子商务信息系统、金库的安全设施、保险柜、自动柜员机、追捕犯罪嫌疑人、反恐怖斗争以及其他适用的领域。

常见的人脸识别技术典型应用模式包括：

身份鉴定（一对多的搜索）：在鉴定模式下，确定一个人的身份，可以快

速地计算出实时采集到的面纹数据与面像数据库中已知人员的面纹数据之间的相似度，给出一个按相似度递减排列的可能的人员列表，或简单地返回鉴定结果（相似度最高的）和相对应的可信度。

身份确认（一对一的比对）：在确认模式下，面纹数据可以存储在智能卡中或数码记录中，只需要简单地将实时的面纹数据与存储的数据相比对，如果可信度超过一个指定的阈值，则比对成功，身份得到确认。

监控：应用面像捕捉、面像识别技术，在监控范围中跟踪一个人和确定他的位置。

监视：可以在监控范围内发现人脸，而不论其远近和位置，能连续的跟踪他们并将它们从背景中分离出来，将他的面像与监控列表进行比对。整个过程完全是无需干预，连续和实时。

上述的各种应用模式可以广泛地应用在如下的多个领域：

身份确认与人员检索：可用于电脑/网络安全、银行业务、智能卡、访问控制、边境控制等领域；

15 身份证：可用于选民登记、身份证、护照、驾驶执照、工作证等；

计算机信息保护系统：利用面像特征识别用户，保护计算机信息；

犯罪嫌疑人识别系统：应用于脸部照片登记系统，事件后分析系统；

远距离身份识别：应用于监视、监控、闭路电视、交通管理、敌友识别等。

参见图 1，一个完整的人脸识别过程是将待识别人脸图像与数据库中人脸作比对，然后作出识别判决。比对识别是在人脸特征码的基础上进行。该过程由图像采集 10、特征提取 20、和特征比对 30 三个步骤完成。对应于人脸识别系统则包括：图像采集模块：其通过图像采集装置（如摄像机、数码相机等）采集的人脸图像或图像视频序列，然后，将这些图像或视频序列送至计算机进行处理；特征提取模块：其设置在计算机之中，从输入的图像中检测定位人脸部分，并在对人脸姿态进行校正之后提取人脸的特征信息，即人脸特征码；特征比对模块：同样设置在计算机之中，它将待识别人的人脸特征信息（人脸特征

20

25

码)与人脸特征数据库中所存入的特征信息(人脸特征码)进行比对,并在这些信息中找出最佳的匹配对象。

显然,人脸特征数据库需要在识别之前建立。因此,参见图 2,一个人脸识别系统识别应有由人脸识别 A 和人脸录入建档 B 两大过程构成。其中,人脸
5 录入建档 B 过程的目的是建立在人脸识别过程中使用的人脸特征数据库。

人脸识别 A 和人脸录入建档 B 两大过程均包括图像采集和特征提取过程,以获取图像和提取特征。但人脸识别过程是将提取的特征码与人脸特征数据库所存入的特征码进行特征比对匹配,而人脸录入建档过程则将提取的特征码存入人脸特征数据库。

10 人脸的特征提取 20 由人脸检测或人脸跟踪 201、人脸的特征定位与校正 202、人脸特征抽取 203 等几个步骤构成。人脸检测是指在动态的场景与复杂的背景中捕捉人脸并分离出人脸,人脸跟踪指对被检测到的人脸进行动态目标跟踪,人脸校正利用关键部位对人脸进行几何校正(如校正偏移的人脸姿态),人脸特征提取对检测校正的人脸计算脸部的本质特征。

15 人脸的特征对比 30 则是基于抽取人脸特征将待识别的人脸数据库 40 中的人脸进行依次比对,计算匹配可信度,并判决最佳匹配对象。因此,人脸的特征描述决定了人脸识别的具体方法与性能。

要获得高度可靠、精确的人脸识别效果,所提取人脸特征应反映脸部的本质特征,即不随皮肤色调、面部毛发、发型、眼镜、表情、姿态、和光线的变化。
20 但是,现有的人脸识别技术中所存在的一大难题在于:环境光线的变化对人脸特征的影响非常大,不同的环境光线下所获得的人脸图像的识别效果差异极大。

研究表明:由光线变化造成的同一人脸的图像差别要远远大于不同人脸的图像差别。(参见 Yael Adnin, Yael Moses and Shimon Ullman, "Face
25 recognition: The problem of compensating for changes in illumination direction (人脸识别:光照方向变化补偿问题)", IEEE Transactions on

Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 19, No. 7, 1997, 第 712-732 页)。现有的人脸识别技术中主要依赖的是“被动”光源,即环境光源。但是,在实际的应用过程中,环境光千差万别,并且难以控制。环境光源的变化会使得获取的人脸发生显著变化,导致所提取人脸特征发生显著变化,进而导致人脸特征对比准确率下降。

设人脸表面一点 P_i 的法向量为 $n_i = (n_x, n_y, n_z)^T$, 且 n_i^T 为单位向量, 即 $\|n\|=1$; 设光源为点光源, 方向为 $s = (s_x, s_y, s_z)$, 人脸的成像公式可以简单地用 Lambertian (兰伯特) 模型表示, P_i 点的灰度 I_i 为:

$$I_i = \rho_i(x, y) n_i(x, y)^T \cdot s \quad (1)$$

其中, $i=1, 2, \dots, k$, k 为人脸所包含的像素点数;

ρ_i 为人脸在 P_i 点的表面反射率,

n_i^T 表示人脸表面一点 i 处的表面法向量,

\cdot 表示点积

x, y, z 表示 P_i 三维空间中的坐标。

从上述的公式可以看出: 人脸的成像与人脸的表面反射率、人脸的三维形状和光照有关。在人脸的成像过程中, 这三个要素是必不可少的。其中前两项与人脸的本身内在特性有关, 也是进行人脸识别所需要的信息; 最后一项的光线则是人脸成像的外在因素, 也是影响人脸识别性能的主要因素。

虽然光线的强度 $\|s\|$ 影响人脸图像的灰度, 但这种影响由于是整体性的, 可以用简单的线性变换予以校正。真正影响人脸识别性能的是光线相对于人脸表面法向量的入射角度。设 θ_i 为入射光线与人脸表面法向量在 P_i 点的夹角 ($\theta_i \in [0, \pi]$), 光线的强度 $\|s\|=1$, 则公式 (1) 可以表示成如下的公式:

$$I_i = \rho_i(x, y) \cos \theta_i \quad (2)$$

其中, $i=1, 2, \dots, k$; k 为人脸所包含的像素点数。

从公式 (2) 中可以看出, 如果光线入射角度变化, 则 θ_i 就会发生相应的

变化, 从而造成同一人脸在不同光照角度下图像差别。通过相关分析得可知: 一个从人脸左侧入射的光线产生的人脸图像与一个从人脸右侧入射的光线产生的人脸图像的相关系数一般为负值, 这说明两幅图像是完全不同的。

由于在实际的应用过程中, 光线的角度与系统的应用环境有关, 而实际的环境千差万别并且难以控制。目前人脸识别技术所用图像混合了内在与外在因素, 这也就是目前最好的人脸识别系统在光线变化的情况下的识别率只有 50% 左右的原因 (参见 2002 年美国国家标准局 “人脸识别产品评测” 报告会 (FRVT 2002 Evaluation Report, P.J. Phillips, P. Grother, R.J Micheals, D.M. Blackburn, E Tabassi, and J.M. Bone. March 2003))。

虽然目前有多种方法在上述的人脸识别中可以进行补偿、归一化等等处理 (参见: P. N. Belhumeur, David J. Kriegman, “What is the set of Images of an Object Under All possible Lighting Conditions?”, IEEE conf. On Computer Vision and Pattern Recognition”, 1996; Athinodoros S. Georghiades and Peter N. Belhumeur, “Illumination cone models for recognition under variable lighting: Faces”, CVPR, 1998; Athinodoros S. Georghiades and Peter N. Belhumeur, ” From Few to many: Illumination cone models for face recognition under variable lighting and pose”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 23, No. 6, pp 643-660, 2001; Amnon Shashua, and Tammy Riklin-Raviv, “The quotient image: Class-based re-rendering and recognition with varying illuminations”, Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 23, No. 2, pp129-139, 2001; T. Riklin-Raviv and A. Shashua. “The Quotient image: Class based recognition and synthesis under varying illumination”. In Proceedings of the 1999 Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pages 566--571, Fort Collins,

CO, 1999; Ravi Ramamoorthi, Pat Hanrahan, “On the relationship between radiance and irradiance: determining the illumination from images of a convex Lambertian object”, J. Opt. Soc. Am., Vol. 18, No. 10, 2001; Ravi Ramamoorthi, “Analytic PCA Construction for Theoretical Analysis
5 of Lighting Variability in Images of a Lambertian Object”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 24, No. 10, 2002-10-21; Ravi Ramamoorthi and Pat Hanrahan, “An Efficient Representation for Irradiance Environment Maps”, SIGGRAPH 01, pages 497--500, 2001; Ronen Basri, David Jacobs, “Lambertian Reflectance and
10 Linear Subspaces”, NEC Research Institute Technical Report 2000-172R; Ronen Basri and David Jacobs, Lambertian Reflectance and Linear Subspaces, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, forthcoming; Terence Sim, Takeo Kanade, “Illuminating the Face”, CMU-RI-TR-01-31, Sept. 28, 2001 等), 但其效果并不明显, 而且对
15 处理系统的计算能力要求很高。这些方法中, 有的要求对人脸进行三维建模, 有的则对人脸的形状进行假设, 而这些限制使得人脸识别技术的可操作性大大降低, 并且很难取得很好的效果。

在人脸图像识别技术应用方面, 已公开了一种面像识别门禁和考勤系统, 如中国专利 ZL99117360. x, 但是该专利仅仅公开了如何利用人脸图像识别技术
20 在门禁和考勤系统方面进行应用, 并没有深入分析研究人脸图像采集、识别和处理的
效果与稳定性, 如, 随皮肤色调、面部毛发、发型、眼镜、表情、姿态和光线的变化影响。其方案在光线变化的情况下的识别率仍是较低的, 故其应用领域也受到一定限制。

此外, 由于采用虹膜识别技术识别率高, 也存在利用虹膜识别进行身份鉴
25 定, 例如, 美国 Iridian 公司的产品, 但该红外虹膜图像采集装置较为复杂且

制造成本较高，在许多场合应用受到很大限制。虽然，中国专利 ZL99110825.6 也公开了一种小型便携式光机电装置，但该装置也存在使用、用户使用不方便等问题。由于虹膜对准标识太小，要求用户过分密切配合以调整眼部与摄像装置的相对角度与位置，使用操作不方便等问题，导致用户接受性差。此外，该
5 类图像采集、识别和处理系统在安装、维护方面以及自动化控制方面都存在问题。

发明内容

本发明所要解决的技术问题在于提供一种利用主动光源进行人脸照明的人脸图像生成、识别方法与系统，其可克服环境光对人脸图像稳定性的影响，
10 有较高的识别率。

本发明的另一目的在于提供一种利用主动光源获取人脸图像和识别人脸图像的方法；通过主动光源进行对人脸进行照明，准确、快速地捕捉人脸图像中双眼的位置信息，从而降低人脸图像检测与跟踪的难度，提供图像处理的效率。
15 率。

本发明的另一目的在于提供一种利用红外光源获取人脸图像和识别人脸图像的系统，其识别效果和稳定性好，系统集成度高、制造成本低，在各相关领域应用时安装、维护方便且自动化程度高。

20 为了实现上述目的，本发明提供了一种利用人脸图像进行识别的方法，包括如下步骤：

步骤一，启动人脸图像识别系统；

步骤二，人体接近所述识别系统，触发主动光源对所述人体的脸部区域进行照射；

25 步骤三，成像装置对所述主动光源照的脸部区域进行拍摄，获取相应的图像；

步骤四，所述成像装置将捕捉到的至少一帧图像传至图像数据处理系统，所述图像数据处理系统从该帧图像中检测并定位人眼和/或人脸；

步骤五，从所述图像中截取人脸部分图像，并进行人脸特征提取；

步骤六，与数据库中人脸图像数据进行人脸特征对比；

5 步骤七，获取识别结果。

上述利用人脸图像进行识别的方法，其特点在于，所述的主动光源为主动辐射源，至少是红外光源或可见光源或闪光灯，或者是其任意组合。

上述利用人脸图像进行识别的方法，其特点在于，在步骤二至步骤四中，还包括环境光源对所述人体的脸部区域进行照射，所述主动光源和环境光源在
10 人脸部分所产生的成像总能量大于环境光源在人脸部位所产生的成像能量。

上述利用人脸图像进行识别的方法，其特点在于，所述的主动光源和环境光源在人脸部位所产生的成像总能量不小于环境光源在人脸部位所产生成像能量的2倍。

上述利用人脸图像进行识别的方法，其特点在于，在步骤四后，还包括一
15 判断检测人眼和/或人脸是否成功的步骤，如果成功，则继续执行步骤五，否则执行步骤四。

上述利用人脸图像进行识别的方法，其特点在于，在步骤四中，还包括检测并定位所述图像中人眼反光所致的高亮点，并利用所述高亮点从所述图像中检测定位人眼位置的步骤。

20 上述利用人脸图像进行识别的方法，其特点在于，在步骤三中，还包括所述成像装置随所述主动光源照射区域跟踪人脸进行拍摄的步骤。

为了更好实现上述目的，本发明还提供了一种利用主动光源获取人脸图像的方法，其特点在于，包括如下步骤：

采用一主动光源对被拍摄的人脸区域进行照射；

25 使用一成像装置对人脸进行拍摄，获取相应的图像，并进一步将所述图像传送到相应的图像数据处理系统进行人脸图像的识别处理；

其中，所述的主动光源和环境光源在人脸部位所产生的成像总能量大于环境光源在人脸部位所产生的成像能量。

上述的利用主动光源获取人脸图像的方法，其特点在于：所述的主动光源和环境光源在人脸部位所产生的成像总能量不小于环境光源在人脸部位所产生
5 成像能量的 2 倍。

上述的利用主动光源获取人脸图像的方法，其特点在于：所述主动光源与所述成像装置相对位置固定，所述主动光源的投射方向与所述成像装置的镜头轴线成一锐角，即 0-90 度之间，其中以 0° 最佳。

上述的利用主动光源获取人脸图像的方法，其特点在于：所述的主动光源
10 为主动辐射源，至少是红外光源或可见光源或闪光灯，或其组合。

上述的利用主动光源获取人脸图像的方法，其特点在于：当使用主动光源采集图像之后，所述图像数据处理系统检测该主动光源在所述图像中的高亮点，并利用所述高亮点从所述图像中检测到人脸图像。

为了更好地实现上述目的，本发明还提供了一种实现上述方法的人脸图像
15 识别系统，其特点在于，包括：成像装置、主动光源、控制开关和图像数据处理系统；

所述主动光源，用于对所述人体的脸部区域进行照射；

所述控制开关，用于控制主动光源对所述人体的脸部区域进行照射；

所述成像装置，用于对所述主动光源照射的人脸区域进行拍摄，获取相应
20 的图像，将捕捉到的至少一帧图像传至图像数据处理系统；

所述图像数据处理系统，用于接收所述成像装置传输的图像，在所述图像中检测并定位人眼和/或人脸，从所述图像中截取人脸部分图像进行人脸特征提取，并与数据库中人脸图像数据进行人脸特征对比。

上述的人脸图像识别系统，其特点在于，还进一步包括环境光源，用于对
25 所述人体的脸部区域进行照射；其中，所述的主动光源和环境光源在人脸部位所产生的成像总能量大于环境光源在人脸部位所产生的成像能量。

上述的人脸图像识别系统，其特点在于，所述主动光源与所述成像装置相对位置固定，所述主动光源的投射方向与所述成像装置的摄像镜头轴线成一锐角，即 0-90 度之间。

上述的人脸图像识别系统，其特点在于，所述主动光源的投射方向与所述
5 成像装置的摄像镜头轴线方向平行。

上述的人脸图像识别系统，其特点在于，所述的主动光源为主动辐射源，至少是红外光源或可见光源或闪光灯，或者是其任意组合。

上述的人脸图像识别系统，其特点在于，所述的红外光源的波长为 740nm-4000nm，或者是在所述波长范围内不同波长红外光源的组合。

10 上述的人脸图像识别系统，其特点在于，当使用红外光源作为主动光源时，在所述成像装置的摄像镜头前还加设一用于抑制可见光的红外滤光镜片，该红外滤光镜片的波长与所述红外光源的波长相适应。

上述的人脸图像识别系统，其特点在于，所述红外滤光镜片为带通型或长通截止型滤光镜片，以抑制可见光而使主动照射的红外光通过。

15 上述的人脸图像识别系统，其特点在于，所述成像装置的摄像镜头围边还设置有一人脸图像反馈显示装置，所述反馈显示装置用于辅助人脸在水平/垂直方向定位。

上述的人脸图像识别系统，其特点在于，所述反馈显示装置为一面镜子，或者为一液晶显示屏幕。

20 上述的人脸图像识别系统，其特点在于，所述成像装置为电子视频摄像头或数字照相机。

上述的人脸图像识别系统，其特点在于，所述图像数据处理系统为安装有图像处理软件及 PC 计算机；或者为嵌入有图像处理软件的数据处理器。

25 上述的人脸图像识别系统，其特点在于，所述控制开关为一触发主动光源照明的红外接近开关。

上述的人脸图像识别系统，其特点在于，所述主动光源对称地布置在所述

成像装置的周围。

本发明可以有效地减小不同光照环境下，光线变化对人脸图像的影响，从而达到在各种光照条件下高度准确的人脸识别；在使用时，利用主动光源对人脸照明，主动光源保持与摄像装置相对位置保持不变；人脸成像中，由于主动光源光强影响大于环境光强，因此，所采集的人脸图像最为稳定，能取得最佳的识别效果。

附图说明

- 图 1 为人脸图像识别的基本流程示意图；
- 10 图 2 为人脸图像识别认证以及录入建档流程示意图；
- 图 3 为本发明主动光源投射方向相对于摄像镜头轴线方向夹角示意图；
- 图 4 为实现本发明的人脸图像识别方法的系统构成示意图；
- 图 4a 为图 4 中所述方法的实施步骤流程图
- 图 4b 为图 4 中所述系统的图像数据处理器电路示意图
- 15 图 5 为本发明利用主动光源成像在人眼中心产生高亮点的示意图；
- 图 6 为采用红外主动光源的成像装置；
- 图 7 为本发明的人脸识别门禁控制系统；
- 图 8 为本发明的人脸识别系统在进出证件检查方面的应用；
- 图 8a 为图 8 中识别系统的人脸图像采集方法示意图；
- 20 图 8b 为图 8 中识别系统的人脸图像识别方法示意图。

具体实施方式

以下结合附图和具体的实施例对本发明作进一步的详细说明：

在图 4 中，本发明揭示了一较佳实施例，该人脸识别系统 420，包括：主动光源 421、成像装置 422、定位镜子 423、滤光片 424、控制开关 426、图像数据
25 数据处理系统 430、指示灯 425 和电源；该主动光源 421 均匀分布安装在壳体

的四周，中心安装有定位镜子 423、滤光片 424 和成像装置 422，该定位镜子 423 粘接在壳体的中心部位，该定位镜子 423 的中间是滤光片 424 和成像装置 422，该滤光片 424 安装在该成像装置 422 的前面。该成像装置 422 与图像数据处理系统 430 电性连接。该控制开关 426 为一红外感应开关，其安装在壳体
5 的下部，在壳体上安装该指示灯 425。该控制开关 426 分别与主动光源 421、成像装置 422、指示灯 425 和电源连接，当该控制开关 426 被触发启动，该主动光源 421 和成像装置 422 开始工作，此时，指示灯 425 呈红灯闪耀状态。当该控制开关 426 被断开，该主动光源 421 和成像装置 422 停止工作，此时，指示灯 425 呈绿色状态。

10 首先，采用主动光源 421 对被拍摄的人脸 410 区域进行照射；同时使用成像装置 422，例如：电脑摄像头、工业摄像机、红外专用摄像机等，对人脸 410 进行拍摄，获取相应的图像；然后，将捕捉到的图像传送到图像数据处理系统 430 中进行人脸图像的识别处理。

15 在图 4a 中，揭示了本发明的人脸图像识别系统的实施方法，包括如下步骤：

步骤 S100，启动人脸识别系统 420；

步骤 S110，人体接近该人脸识别系统 420，触发红外感应开关 426，使主动光源 421 对人脸区域照射；

步骤 S120，该成像装置 422 随主动光源 421 照射区域跟踪人脸进行拍摄；

20 步骤 S130，该成像装置 422 将捕捉到至少一帧图像传至图像数据处理系统（如 PC 机，或者数据处理器）430；

步骤 S140，数据处理器 430 从该帧图像中搜索检测并定位人眼和/或人脸；

步骤 S150，判断检测人眼和/或人脸是否成功？，如果是则执行步骤 S160，否则执行步骤 S130；

25 步骤 S160，从该帧图像中截取人脸图像；

步骤 S170，进行人脸特征提取；

步骤 S180, 与人脸特征数据库中人脸图像特征进行特征对比;

步骤 S190, 获取识别结果。

在上述的步骤中, 所采用的主动光源与环境光源 427 在人脸部位所产生成像的总能量大于 2 倍环境光源在人脸部位所产生的成像能量。例如: 假设环境
5 光在人脸部位的光强为 30 勒克斯 (LUX), 在拍摄人脸图像时, 采用的主动光源在人脸部位的光强为 120 LUX, 其总光强为环境光线在人脸部位光强的 4 倍。

一般而言, 本发明的该主动光源 421 可由主动辐射源构成, 包括: 红外光源、闪光灯、或可见光灯光等。利用闪光灯在拍摄时对面脸进行照射, 由于闪光灯的光强远远大于环境光, 因此, 可以大大减低环境光对成像的影响。可见
10 光灯光亦可达到类似效果。

在图 4 和图 4a 中, 本发明利用红外光源在拍摄中对人脸进行照射时, 由于人眼对红外感受微弱甚至不感受, 因此, 在拍摄人脸图像时, 红外光源对人无侵扰; 在采用红外光源对面脸照射的同时, 可以在拍摄设备 (例如: 电子摄像机、数字相机等) 镜头上加设相应的红外滤光镜片 421, 用红外滤光镜片进
15 一步减低环境光的影响; 因此, 红外光源最适合作为人脸识别的主动照明光源。

本发明的具体实施方式中, 无论采用上述的何种主动光源对面脸进行照射, 都应当保持主动光源与成像装置之间的相对位置固定, 且主动光源的投射方向与成像装置的摄像镜头轴线成一锐角。

参见图 3, 在人脸图像的录入和识别过程之中, 应当尽量保持人脸 410 的
20 人脸平面与成像装置 422 的相对位置不变, 且保持人脸 410 的人脸平面与成像装置 422 中的摄像镜头轴线方向相互垂直 (即: 人脸平面的法向量与摄像镜头轴线方向平行), 这样, 该人脸平面的法向量与主动光源 421 的投射方向的夹角 θ 基本不变。如此对面脸进行照明, 所获得的图像最为稳定。

当使用红外光源时, 由于红外光源与可见光波长不同, 可以在摄像镜头上
25 加装红外滤光镜片, 用于将可见光抑制, 以此进一步减低环境光的影响。在本发明中, 可用的红外光源的波长为 740nm-1700nm 的近红外光源, 或波长为

1700nm-4000nm 中红外光源照明。由于红外光为不可见光，并且人眼对红外感受微弱甚至不感受，红外光源对人无侵扰；红外光源应用可在人不察觉中进行。并且，利用在红外光源，可完全在黑暗中进行人脸识别。

在加用红外滤光镜片时，所述的红外滤光镜片可为带通型或截通型。比如：
5 当采用 850nm 红外发光二极管照明时，可以配合中心波长为 850nm 的带通型红外滤光镜片，使得 850nm 的红外光通过，而滤除其他波长光线；或者，配合截止波长为 850nm 的长通红外滤光片，使得 800nm 以上波长的红外光通过，而滤除 800nm 以下波长的光线。

在图 4 和图 4b 中，本发明采用的图像数据处理系统，可以直接采用 PC 计
10 算机，或者采用嵌入式图像数据处理器（参见图 4b）。

在图 4b 中，为了简化识别系统，将可各功能电路集成在一个电路控制板上并安装在一壳体内，该电路控制板上安装有红外感应开关 426、模拟信号比较器 4223、单片机 4222、摄像头 422（LogiTech Pro4000）、控制继电器 4221、主动光源 421（红外发光二极管阵列）和嵌入图像处理软件的数据处理器 430
15 （MCS-51 系列）。

在图 5a 图 5b 中，为了提供识别效率和稳定性，本发明的识别方法利用主动光源成像在人眼中心产生高亮点（图 5a）检测人眼，进而检测人脸（图 5b）。当主动光源是红外光时，会使得所获得的人脸图像的人眼中心是一高亮点。利用这一特点，在获得拍摄图像时，就可以首先对图像中出现的、反映人眼的高
20 亮点进行检测，当检测到所述的高亮点时，其周围的区域则可以判断为人脸图像区域。或者，根据人眼与人脸图像的几何关系，利用成对出现的高亮点，配合相应的模板，就可以准确快速地对图像中的人脸区域进行定位。这使得困难的人脸检测问题得以大大简化。

再进一步参见图 3，当主动光源 421 中的光源的投射方向相对于摄像镜头
25 轴线方向的夹角为 θ ，设环境光为 S_2 ，如果加入一个主动光源 S_1 ，前述的公式 (1) 可以写成：

$$I_i = \rho_i(x, y) n_i(x, y)^T \bullet (s_1 + s_2) \quad (3)$$

其中, $i=1, 2, \dots, k$;

如果主动光源 S_1 的强度大于环境光 S_2 强度, 即 $\|S_1\| > \|S_2\|$, 则公式 (3) 可以近似表示为

5
$$I_i \approx \rho_i(x, y) n_i(x, y)^T \bullet s_1 \quad (4)$$

其中, $i=1, 2, \dots, k$;

如果在系统识别过程中, 进一步约束人脸与摄像装置的相对位置不变, 则人脸表面法向量与主动光源的投射方向的夹角不变。则根据公式 (4) 可知: 所获得的人脸图像只与人脸本身的特性 (表面反射率和表面法向量) 有关, 而与环境光照条件近似无关。如此采集的人脸图像最为稳定, 能取得最佳的计算机识别效果。

10

工业应用性

在图 6 和图 7 中, 揭示了本发明的一种应用实施例, 即一种实现人脸识别门禁控制系统。

15

如图 6 所示, 在门 400 上安装有控制器 450, 采用主动光源的识别系统 420 将获取的人脸信息通过图像信号传送到图像数据处理器 430 中, 图像数据处理器 430 根据得到的图像信号进行判断, 并将判断结果发送到门 400 上的控制器 450 上, 通过该控制器 450 来控制门的打开与否。

20 在图 6 和图 7 中, 本发明所采用主动光源的识别系统 420, 在摄像机上采用了 8-12 个 850nm 红外发光二极管作为主动光源 421, 并将其置于摄像机 422 的镜头前, 与摄像机镜头同轴 (此时当人脸平面法与主动光源的投射方向垂直时, 夹角为零), 配合中心波长为 850nm 的带通红外滤光镜片 423, 使得 850nm 的红外光通过, 而滤除其他波长光线; 或配合截止波长为 800nm 的长通红外滤光片, 使得 800nm 以上波长的红外光通过, 而滤除 800nm 以下波长的光线。通

25

该摄像机采集人脸 410 的图像并传至图像数据处理器 430 处理。然后，利用主动光源的使用在人眼中心产生高亮点，使用简单的图像处理技术将此两高亮点检出，进而检测到人脸的位置。最后，对检测到的人脸进行校正，并提取特征，然后作特征比对及识别判决。图像数据处理器 430 根据识别判决的结果，控制
5 门禁系统开门的操作。在本实施例中，图像数据处理器 430 为一台 PC 计算机。

在图 8、图 8a 和图 8b 中，揭示了本发明的另一种应用实施例，即一备种利用人脸识别系统在海关进出境证件检查方面的应用。为了提高实际应用中的识别率和稳定性，本发明首先要进行该识别系统的人脸图像采集，如图 8a 所示。其主要包括如下步骤：

10 步骤 S300，启动人脸图像采集；

步骤 S310，人体接近证件检查台 500（在 50cm 左右时），伸手向窗口 501 提交有关证件 502，当其靠近红外感应开关（小于 20cm）时启动对人脸区域的主动光源照明（红外二极管的光源）；

15 步骤 S320，提供证件人利用识别系统上的定位镜子将头部移至该镜子中心，以保证脸部成像部位的中心，带有滤光片的摄像头对该主动光源照摄区域中的人脸进行拍摄；

步骤 S330，摄像头捕捉到至少一帧图像传输至图像数据处理器（或者 PC 机）；

步骤 S340，数据处理器从该帧图像中搜索人眼中心的两个高亮点；

20 步骤 S350，判断是否检测到人眼的高亮点，如果是，则继续执行步骤 S360，
如果否，则执行步骤 S330；

步骤 S360，从该帧图像中截取人脸图像区域，其中以眼中高亮点为基准截取人脸区域；海关检查人员将通关人员的护照或身份证件的相关信息进一步通过身份信息系统进行核对，并将人员信息与该人员人脸特征信息建立相关链接，
25 确认该人员是否可首次通过。

步骤 S370，进一步提取人脸特征；

步骤 S380, 存入人脸特征数据库。

在图 8b 中, 本发明进一步揭示了该识别系统的人脸图像识别与处理过程。其主要包括如下步骤:

步骤 S200, 启动人脸特征识别系统;

5 步骤 S210, 人体接近证件检查台 500 (在 50cm 左右时), 伸手向窗口 501 提交有关证件 502, 当其靠近红外感应开关 (小于 20cm) 时启动对人脸区域的主动光源照明 (红外二极管的光源);

10 步骤 S220, 提供证件人利用该识别系统上的定位镜子将头部移至该镜子中心, 以保证脸部成像部位的中心, 带有滤光片的摄像头对该主动光源照摄区域中的人脸进行拍摄;

步骤 S230, 摄像头捕捉到至少一帧图像传输至图像数据处理器 (或者 PC 机);

步骤 S240, 数据处理器从该帧图像中搜索人眼中心的两个高亮点;

15 步骤 S250, 判断是否检测到人眼的高亮点, 如果是, 则继续执行步骤 S260, 如果否, 则执行步骤 S230;

步骤 S260, 从该帧图像中截取人脸图像区域, 其中以眼中高亮点为基准截取人脸区域;

步骤 S270, 进一步提取人脸特征;

步骤 S280, 与人脸特征数据库中人脸图像数据进行特征对比;

20 步骤 S290, 获取识别结果。

在实际应用过程中, 图像采集过程可与图像识别系统一并使用, 区别主要在于需要判断在人脸特征数据库中是否已存在相关人的图像和相关人员信息, 如果没有则进一步判断是否是首次识别, 如果是则将有关图像存入数据库, 如果不是则初步认定为非法进/出入者。

25 在图 8 所示的实施方案中, 镜子可换成一个反馈图像 LCD 显示器, 人们可以通过在显示屏幕调整头部位置, 例如, 采用数码相机作成像装置, 并使用其

显示屏幕。

此外，本发明还可进一步调整成像装置和主动光源的安装结构，如使用带有云台的成像装置可随主动光源的移动而调整，同时也可利用移动摄像系统跟踪人体移动，捕捉人脸图像，并启动和驱动主动光源照射到人脸。例如，由于人的身高和站的位置不同，脸部的位置也必然不同，为此成像装置和主动光源采用能够实现上下移动和左右自动移动机构，也能带来更佳的效果。

本发明在应用时，可以不使用环境光源，完全在黑暗中进行识别。

本发明识别率高、效果稳定，且系统集成度高、制造成本低，在各相关领域应用时操作使用方便，自动化程度高，且安装和维修方便。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明而并非限制本发明所描述的技术方案；因此，尽管本说明书参照上述的各个实施例对本发明已进行了详细的说明，但是，本领域的普通技术人员应当理解，仍然可以对本发明进行修改或者等同替换；而一切不脱离本发明的精神和范围的技术方案及其改进，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

权利要求书

1、一种利用人脸图像进行识别的方法，包括如下步骤：

步骤一，启动人脸图像识别系统；

5 步骤二，人体接近所述识别系统，触发主动光源对所述人体的脸部区域进行照射；

步骤三，成像装置对所述主动光源照的脸部区域进行拍摄，获取相应的图像；

10 步骤四，所述成像装置将捕捉到的至少一帧图像传至图像数据处理系统，所述图像数据处理系统从该帧图像中检测并定位人眼和/或人脸；

步骤五，从所述图像中截取人脸图像，并对人脸图像进行特征提取；

步骤六，与数据库中人脸图像数据进行人脸特征对比；

步骤七，获取识别结果。

15 2、根据权利要求1所述利用人脸图像进行识别的方法，其特征在于，所述的主动光源为主动辐射源，至少是红外光源或可见光源或闪光灯，或者是其任意组合。

3、根据权利要求1或2所述利用人脸图像进行识别的方法，其特征在于，在步骤二至步骤四中，还包括环境光源对所述人体的脸部区域进行照射，所述主动光源和环境光源在人脸部分所产生的成像总能量大于环境光源在人脸部位
20 所产生的成像能量。

4、根据权利要求3所述利用人脸图像进行识别的方法，其特征在于，所述的主动光源和环境光源在人脸部位所产生的成像总能量不小于环境光源在人脸部位所产生成像能量的2倍。

25 5、根据权利要求2所述利用人脸图像进行识别的方法，其特征在于，在步骤四后，还包括一判断检测人眼和/或人脸是否成功的步骤，如果成功，则继续执行步骤五，否则执行步骤四。

6、根据权利要求 1、2、4 或 5 所述利用人脸图像进行识别的方法，其特征在于，在步骤四中，还包括检测并定位所述图像中人眼反光所致的高亮点，并利用所述高亮点从所述图像中检测定位人眼位置的步骤。

7、根据权利要求 6 所述利用人脸图像进行识别的方法，其特征在于，在步骤三中，还包括所述成像装置随所述主动光源照射区域跟踪人脸进行拍摄的步骤。

8、一种利用主动光源获取人脸图像的方法，其特征在于，包括如下步骤：
采用一主动光源对被拍摄的人脸区域进行照射；

使用一成像装置对人脸进行拍摄，获取相应的图像，并进一步将所述图像传送到相应的图像数据处理系统进行人脸图像的识别处理；

其中，所述的主动光源和环境光源在人脸部位所产生的成像总能量大于环境光源在人脸部位所产生的成像能量。

9、根据权利要求 8 所述的利用主动光源获取人脸图像的方法，其特征在于：所述的主动光源和环境光源在人脸部位所产生的成像总能量不小于环境光源在人脸部位所产生成像能量的 2 倍。

10、根据权利要求 8 或 9 所述的利用主动光源获取人脸图像的方法，其特征在于：所述主动光源与所述成像装置相对位置固定，所述主动光源的投射方向与所述成像装置的摄像镜头轴线成一锐角，即 0-90 度之间。

11、根据权利要求 8 所述的利用主动光源获取人脸图像的方法，其特征在于：所述的主动光源为主动辐射源，至少是红外光源或可见光源或闪光灯，或其组合。

12、根据权利要求 11 所述的利用主动光源获取人脸图像的方法，其特征在于：当使用主动光源采集图像之后，所述图像数据处理系统检测该主动光源在所述图像中的高亮点，并利用所述高亮点从所述图像中检测到人脸图像。

13、一种实现权利要求 1 或 8 所述方法的人脸图像识别系统，其特征在于，包括：成像装置、主动光源、控制开关和图像数据处理系统；

所述主动光源，用于对所述人体的脸部区域进行照射；

所述控制开关，用于控制主动光源对所述人体的脸部区域进行照射；

所述成像装置，用于对所述主动光源照射的人脸区域进行拍摄，获取相应的图像，将捕捉到的至少一帧图像传至图像数据处理系统；

5 所述图像数据处理系统，用于接收所述成像装置传输的图像，在所述图像中检测并定位人眼和/或人脸，从所述图像中截取人脸部分图像进行人脸特征提取，并与数据库中人脸图像数据进行人脸特征对比。

14、根据权利要求 13 所述的人脸图像识别系统，其特征在于，还进一步包括环境光源，用于对所述人体的脸部区域进行照射；其中，所述的主动光源和
10 环境光源在人脸部位所产生的成像总能量大于环境光源在人脸部位所产生的成像能量。

15、根据权利要求 14 所述的人脸图像识别系统，其特征在于，所述主动光源与所述成像装置相对位置固定，所述主动光源的投射方向与所述成像装置的摄像镜头轴线成一锐角，即 0-90 度之间。

15 16、根据权利要求 15 所述的人脸图像识别系统，其特征在于，所述主动光源的投射方向与所述成像装置的摄像镜头轴线方向平行。

17、根据权利要求 15 或 16 所述的人脸图像识别系统，其特征在于，所述的主动光源为主动辐射源，至少是红外光源或可见光源或闪光灯，或者是其任意组合。

20 18、根据权利要求 17 所述的人脸图像识别系统，其特征在于，所述的红外光源的波长为 740nm-4000nm，或者是在所述波长范围内不同波长红外光源的组合。

19、根据权利要求 14、15、16 或 18 所述的人脸图像识别系统，其特征在于，当使用红外光源作为主动光源时，在所述成像装置的摄像镜头前还加设一
25 用于抑制可见光的红外滤光镜片，该红外滤光镜片的通过光线波长与所述红外光源的波长相适应。

20、根据权利要求 19 所述的人脸图像识别系统，其特征在于，所述红外滤光镜片为带通型或长通截止型滤光镜片，以抑制可见光而使主动照射的红外光通过。

21、根据权利要求 14、15、16、18 或 20 所述的人脸图像识别系统，其特征在于，所述成像装置的摄像镜头围边还设置有一人脸图像反馈显示装置，所述反馈显示装置用于辅助人脸在水平/垂直方向定位，所述反馈显示装置的法线与所述摄像镜头轴线同轴。

22、根据权利要求 21 所述的人脸图像识别系统，其特征在于，所述反馈显示装置为一面镜子，或者为一液晶显示屏幕。

23、根据权利要求 13 或 22 所述的人脸图像识别系统，其特征在于，所述成像装置为电子视频摄像头或数字照相机。

24、根据权利要求 13 所述的人脸图像识别系统，其特征在于，所述图像数据处理系统为安装有图像处理软件及 PC 计算机；或者为嵌入有图像处理软件的数据处理器。

25、根据权利要求 13 所述的人脸图像识别系统，其特征在于，所述控制开关为一触发主动光源照明的红外接近开关。

26、根据权利要求 13、14、16、17、18、19、20、22、24 或 25 所述的人脸图像识别系统，其特征在于，所述主动光源对称地布置在所述成像装置的周围。

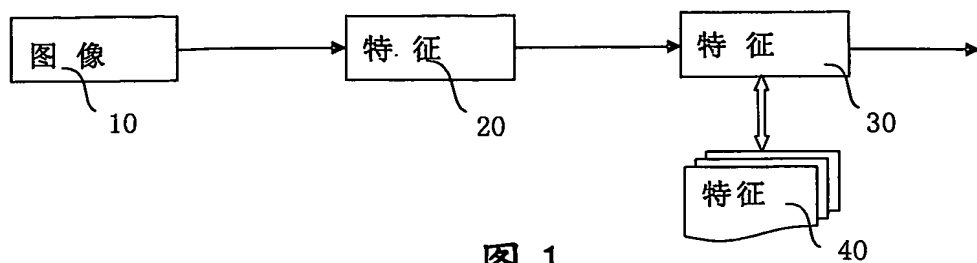


图 1

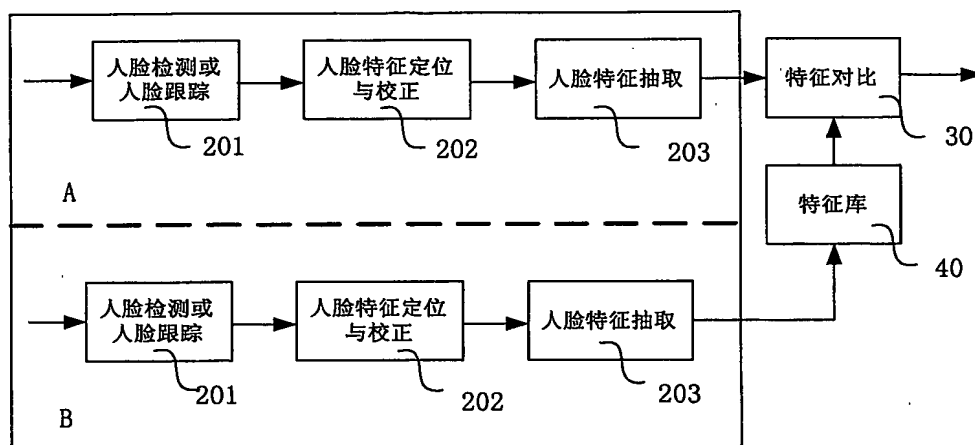


图 2

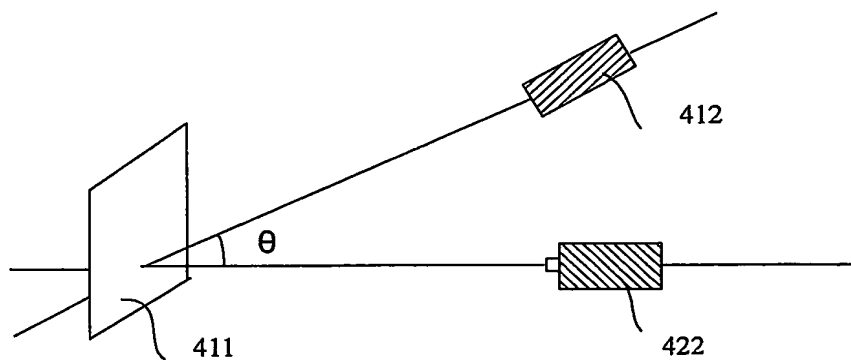


图 3

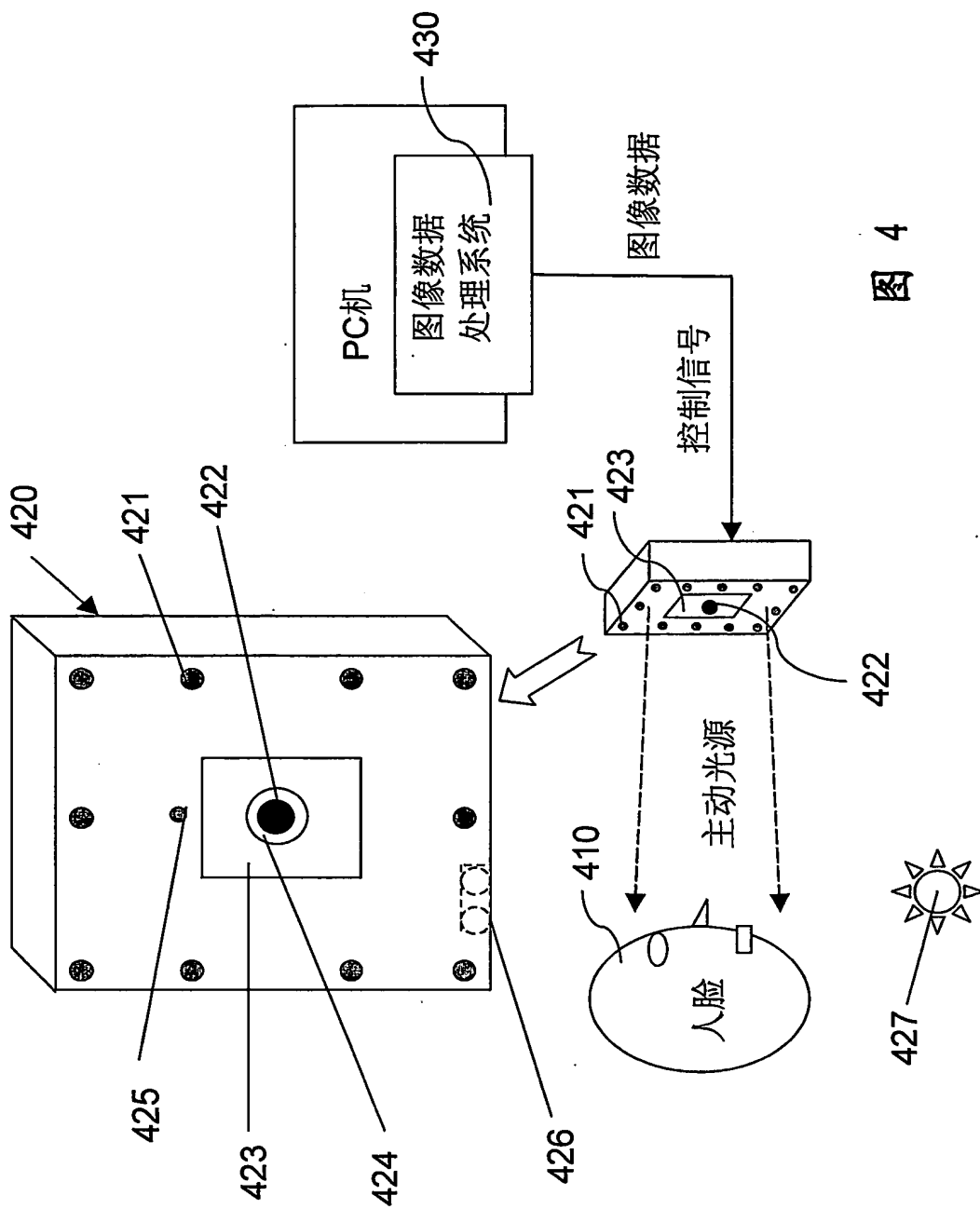


图 4

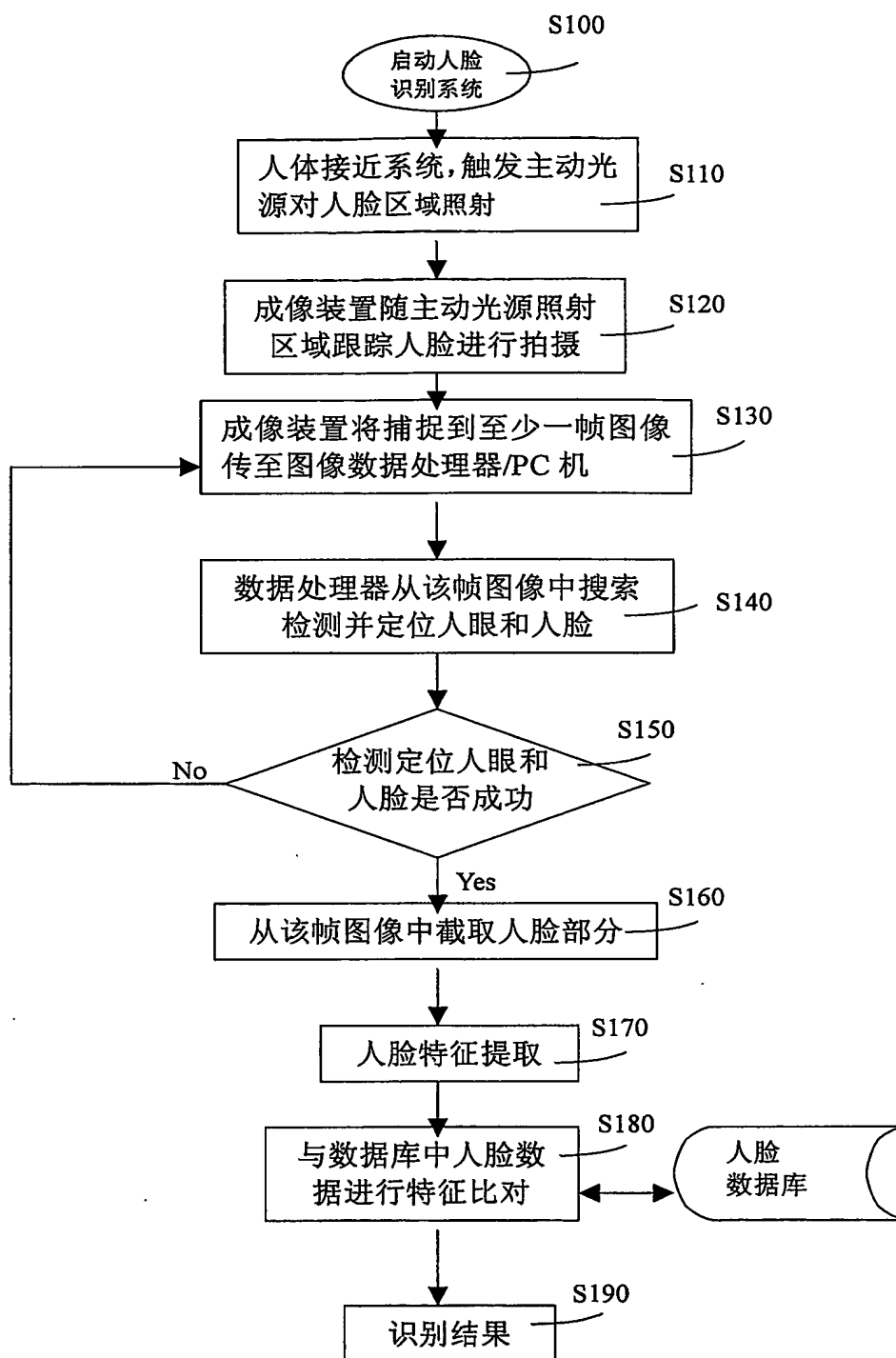


图 4a

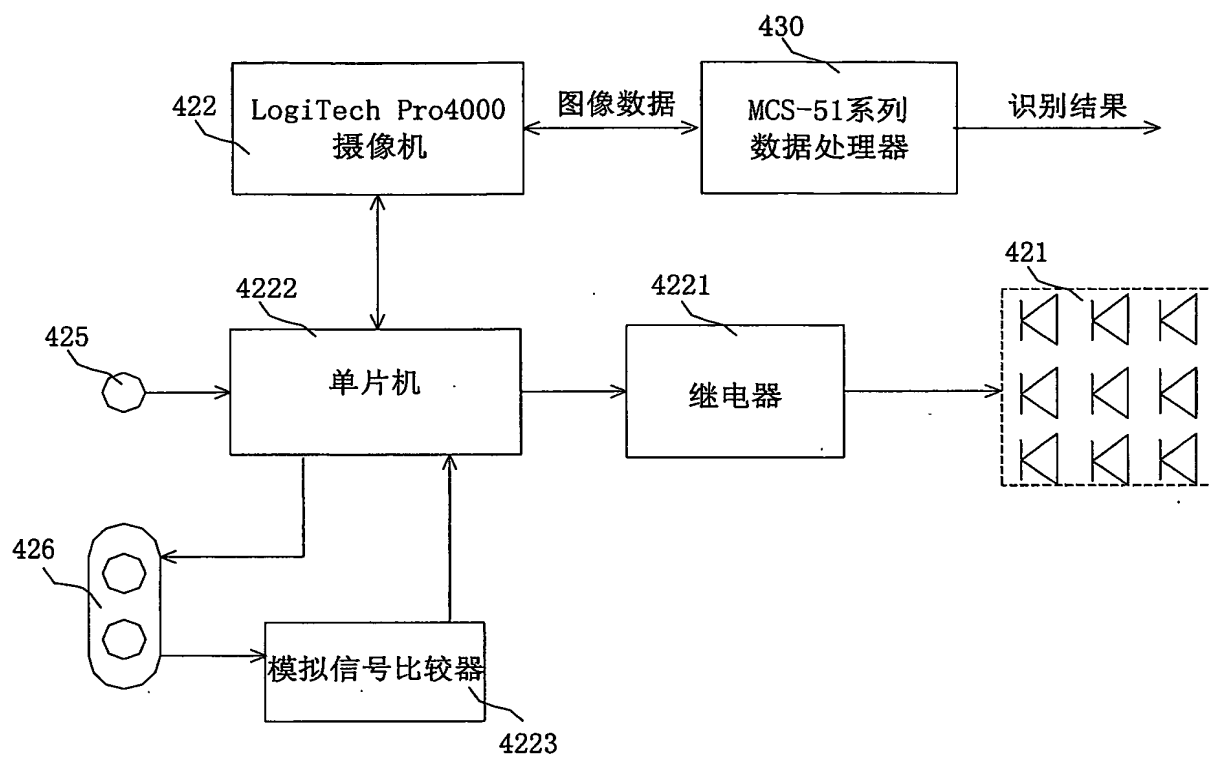


图 4b

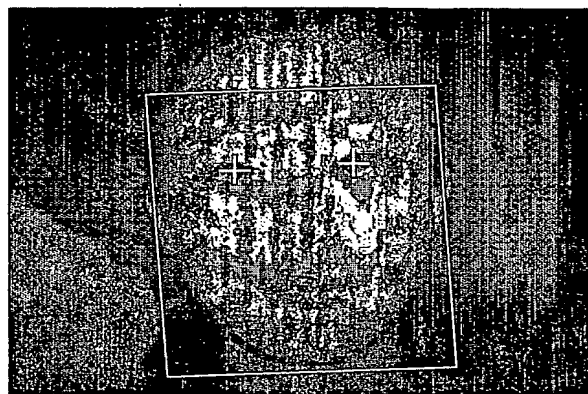
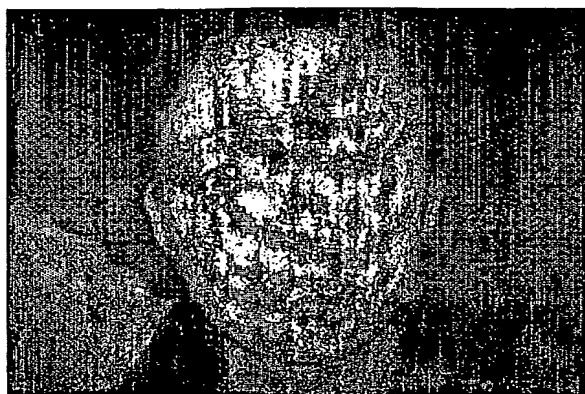


图 5a

图 5b

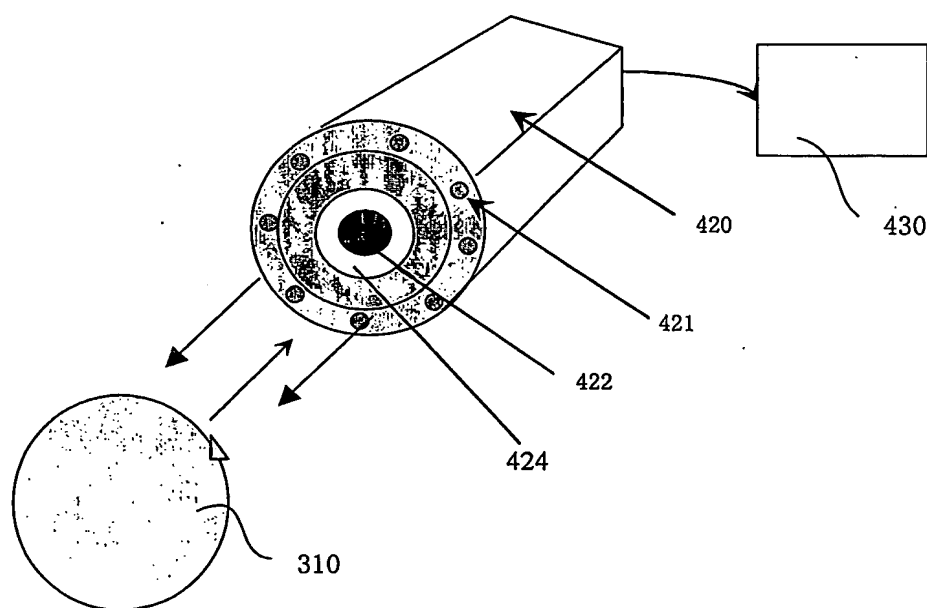


图 6

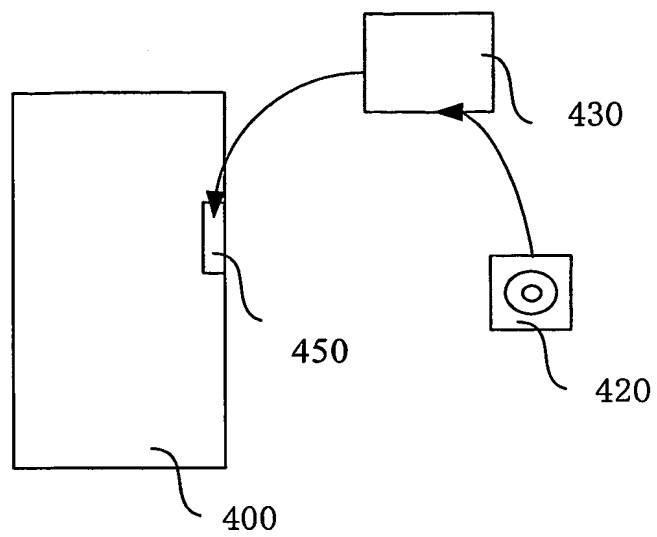


图 7

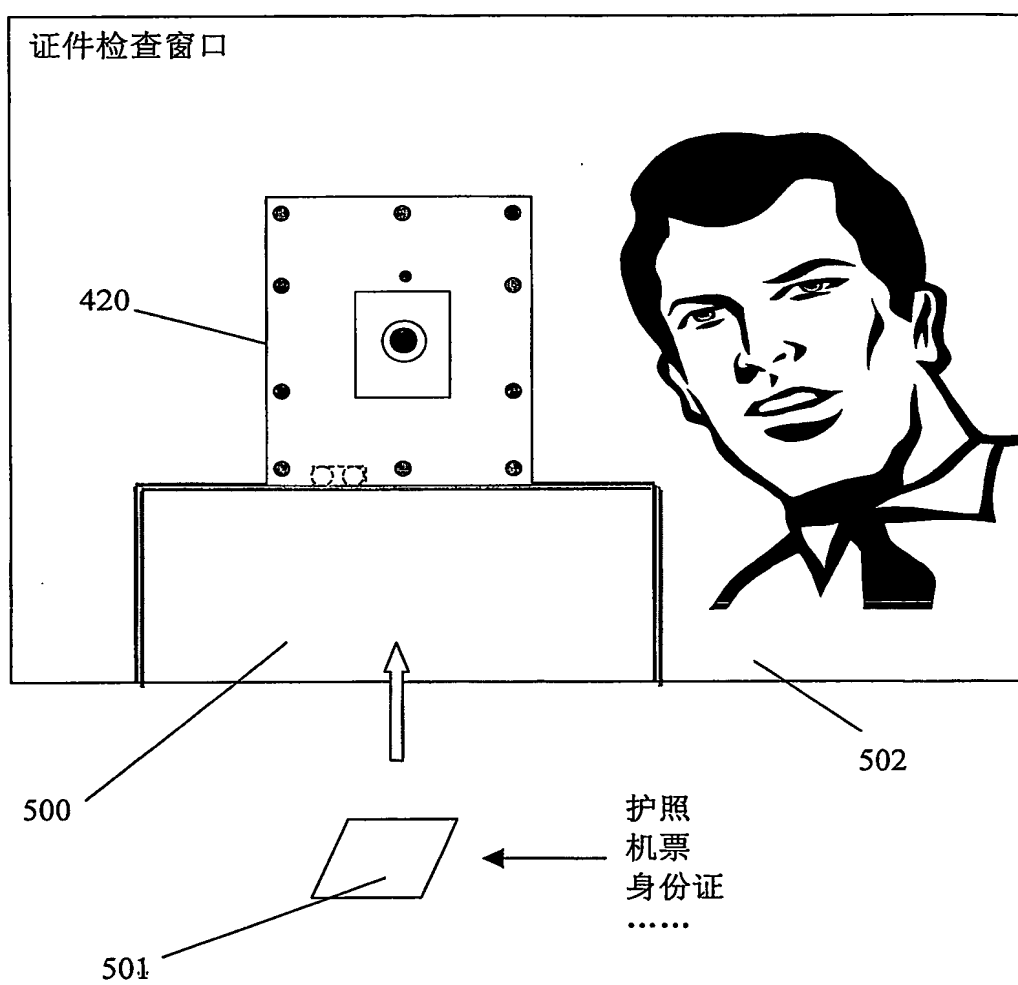


图 8

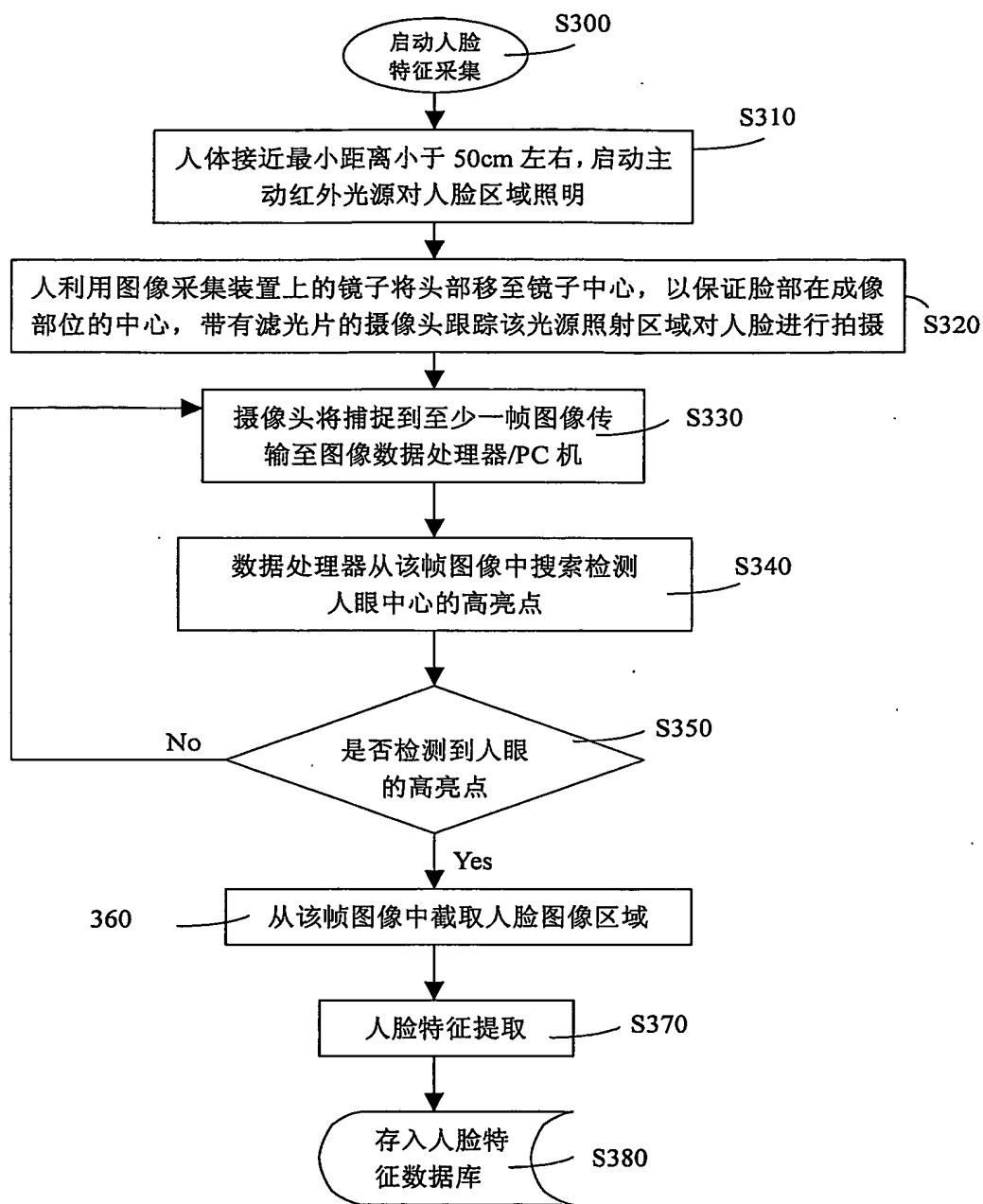


图 8a

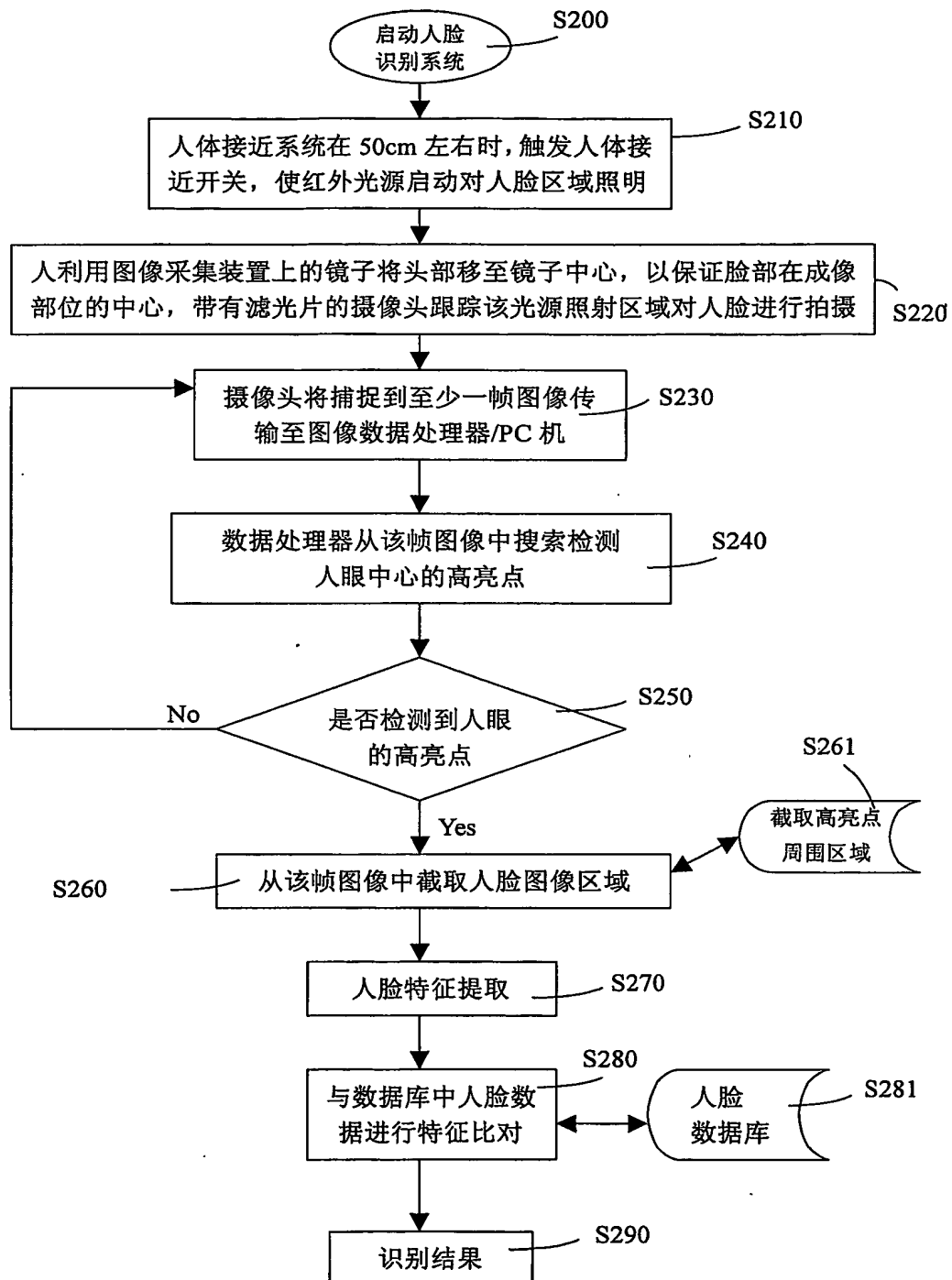


图 8b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2004/000482

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC⁷ G06K9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC⁷ G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT:人脸识别; 红外线; 图像; 辨别; 光照; 补偿;

WPI PAJ EPODOC: face recognition; illumination direction; intelligence; compensate;

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN1341401A (TSINGHUA UNIVERSITY) Mar.27,2002 (2002-3-27) see the whole document	1-26
A	US2001031073A (Tajima) Oct.18,2001(2001-10-18) see the whole document	1-26
A	US20010019620A (Nagai al.) Sep.6,2001(2001-9-6) see the whole document	1-26

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20-08-2004

Date of mailing of the international search report

09 · SEP 2004 (09 · 09 · 2004)

Name and mailing address of the ISA/

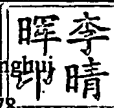
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District,
100088 Beijing, China

Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer

Li Qing

Telephone No. (86-10) 62084978



INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2004/000482

CN1341401A	2002-3-27	CN1341401A	2002-3-27
US2001031073A	2001-10-18	US2001031073A	2001-10-18
		JP2001283224A	2001-10-12
US2001019620A	2001-9-6	US2001019620A	2001-9-6
		JP2001243466A	2001-9-7

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2004/000482

A. 主题的分类

IPC⁷ G06K9/00

按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC⁷ G06K

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT:人脸识别; 红外线; 图像; 辨别; 光照; 补偿;

WPI PAJ EPODOC: face recognition; illumination direction; intelligence; compensate;

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN1341401A (清华大学) 2002 年 3 月 27 日 (2002-3-27) 全文	1-26
A	US2001031073A (Tajima) 2001 年 10 月 18 日 (2001-10-18) 全文	1-26
A	US20010019620A (Nagai al.) 2001 年 9 月 6 日 (2001-9-6) 全文	1-26

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

20-08-2004

国际检索报告邮寄日期

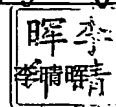
09. 9月 2004 (09. 09. 2004)

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

授权官员



电话号码: (86-10)62084978

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2004/000482

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1341401A	2002-3-27	CN1341401A	2002-3-27
US2001031073A	2001-10-18	US2001031073A	2001-10-18
		JP2001283224A	2001-10-12
US2001019620A	2001-9-6	US2001019620A	2001-9-6
		JP2001243466A	2001-9-7